

DOI [https://doi.org/10.15589/znп2020.2\(480\).1](https://doi.org/10.15589/znп2020.2(480).1)  
УДК 656.61.052

## MONITORING AND IDENTIFICATION OF ERRORS DURING TRAINING ON NAVIGATION SIMULATORS

## МОНІТОРИНГ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПОМИЛОК ПІД ЧАС НАВЧАННЯ НА НАВІГАЦІЙНИХ СИМУЛЯТОРАХ

Oleksandr D. Pipchenko  
[nav.researches@gmail.com](mailto:nav.researches@gmail.com)  
ORCID: 0000-0002-6878-0619

О. Д. Піпченко,  
канд. техн. наук

*National University "Odessa Maritime Academy", Odessa*  
*Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса*

**Abstract.** According to the international maritime accident statistics data, about half of the total number of accidents occurred are collisions, standings, or groundings. At the same time, the main causes of accidents in more than 65 percent of cases are bridge team or sole deck officer's mistakes. Statistics, based on incident investigations, is not always sufficient for retrieving objective information and designing comprehensive solutions with regard to deck officers training system adaptation and development of technical means aimed at reducing the incident rate and improving the efficiency of navigation. Classification of the most common errors made by navigators was suggested in this work among with results of navigational incidents analysis, which have occurred during carrying out of simulator training. That allows, on the one hand, to identify factors that may affect similar errors in the real situation and place appropriate emphasis on training. Two situations were identified as an incident: close quarters and collision. Close quarters was defined as a situation in which the distance between ships was less than the distance of the last moment maneuver, which was obtained based on mathematical modeling of the ship's movement, with the closest point of approach less than specified. An adaptive criterion for assessing the close quarters depending on the area of navigation, the size of the vessel, and the angle of course intersection between the own vessel and the target are proposed. The choice of the adaptive criterion is caused by the fact that when approaching in narrow waters on reciprocal or coinciding courses it may be difficult and due to the limitations of the available navigational space is not always possible to maintain a large distance between vessels. On the other hand, if the water area allows vessels to approach at angles close to perpendicular, the navigators must maintain a certain margin at a distance to leave room for maneuver.

The results of the data analysis obtained during the training showed that the most common errors were related to the maneuvering of the vessel, which is somewhat different from statistics of real collisions, where the main reasons are insufficient or no observation and incorrect assessment of the situation. The latter is caused by the fact that the driver focuses on the task and apriori monitors the targets.

**Key words:** navigational incident; ship collision; ship manoeuvring; collision risk assessment; last moment manoeuvre; navigation simulator.

**Анотація.** Згідно з даними про аварійність світового флоту, приблизно половина від загальної кількості аварій доводиться на зіткнення, навали і посадки на мілину. Основними причинами аварій більш ніж у 65% випадків є помилки судноводіїв. Статистичної інформації, зібраної в результаті проведених розслідувань інцидентів, не завжди досить для отримання об'єктивної інформації та вироблення комплексних рішень, пов'язаних з адаптацією системи підготовки судноводіїв та розробкою технічних засобів, що дозволяють зменшити аварійність і підвищити ефективність судноводіння. У роботі запропонована класифікація помилок судноводіїв, наведені результати аналізу навігаційних інцидентів, що сталися під час проведення тренажерної підготовки судноводіїв. Це дозволяє, з одного боку, визначити чинники, які можуть вплинути на аналогічні помилки на судні, і розставити відповідні акценти під час тренажерної підготовки. Як аварійні були виділені дві ситуації: небезпечне зближення та зіткнення. Під небезпечним зближенням розумілася ситуація, у якій відстань між суднами була менше дистанції маневру останнього моменту, яка була отримана на основі математичного моделювання руху судна, водночас найкоротша дистанція у процесі розходження була менше, ніж задана. Запропоновано адаптивний критерій оцінки ситуації небезпечного зближення залежно від району плавання, розмірів судна і кута перетину курсів власного судна і судна-цілі. Вибір адаптивного критерію зумовлений тим, що в разі зближення у вузькості на протилежних або попутних курсах досить важко і через обмеження навігаційного характеру не завжди

практично можливо підтримувати велику дистанцію між суднами. З іншого боку, якщо акваторія дозволяє суднам зближуватися під кутами, близькими до перпендикулярних, судноводії повинні підтримувати певний запас дистанції, щоб залишити місце для маневру.

Результати аналізу даних, отриманих у процесі навчання, показали, що найбільш частими були помилки, пов'язані саме з маневруванням судна, що децю відрізняється від даних аналізу реальних зіткнень, де основними причинами є недостатність або відсутність спостереження і неправильна оцінка ситуації. Останнє спричинене тим, що судноводії фокусуються на завданні й апіорі спостерігає за цілями.

**Ключові слова:** навігаційний інцидент; зіткнення суден; маневрування судна; оцінка небезпеки зіткнення; маневр останнього моменту; тренажер навігаційного містка.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Згідно з даними Європейської асоціації з морської безпеки, у період із 2011 по 2018 рр. основними причинами 65,8% морських інцидентів стали неправильні дії персоналу [1]. Водночас половина від загальної кількості аварій припадає на навігаційні інциденти: зіткнення та посадки на міліну.

Проблема оцінки небезпеки зіткнення не є новою і була досліджена багатьма авторами. Зростання інтенсивності судноплавства, з одного боку, і технологічний прогрес, з іншого, стимулюють появу більш досконалих методів оцінки небезпеки зіткнення і підтримки ухвалення рішень судноводіїв.

Однак стійка тенденція аварій до зіткнень суден, пов'язаних із діями судноводіїв, зумовлює необхідність більш детального аналізу причин, що призвели до аварій. Статистика щодо результатів розслідування інцидентів не завжди є достатньою для об'єктивної інформації. Моделювання складної навігаційної обстановки і сценаріїв, схожих на реальні інциденти, з іншого боку, дозволяє зібрати більше статистичних даних, провести більш глибокий аналіз прямих і непрямих чинників, що збільшують імовірність зіткнення, а також відстежити ефективність заходів, спрямованих на зменшення цієї ймовірності.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ ТА ВІДОКРЕМЛЕННЯ НЕ ВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Аналіз причин навігаційних аварій [3; 4; 14] показує, що судноводії часто або не бачать небезпеки, або неправильно оцінюють пов'язані з небезпекою ризики. Наочно це відображають статистичні дані, наведені в роботі [4]. І якщо проблема безперервного спостереження згідно із правилами МППЗС [2] має переважно дисциплінарний характер, то проблема оцінки ризику, пов'язаного з небезпекою, є більш складною.

Будь-яка навігаційна задача включає в себе геометричний і часовий чинники. Співвідношення розмірів судна, його маневрених характеристик і близькість навігаційної небезпеки зумовлюють геометричний фактор [7; 15]. Водночас швидкість наближення до небезпеки і швидкість зміни параметрів руху зумовлюють часовий чинник.

У правилах запобігання зіткненню суден МППЗС [3] та в інших джерелах широко вживається термін *небезпечне зближення (close quarters)*, проте офіційне визначення цього терміна в публікаціях ІМО не наводиться.

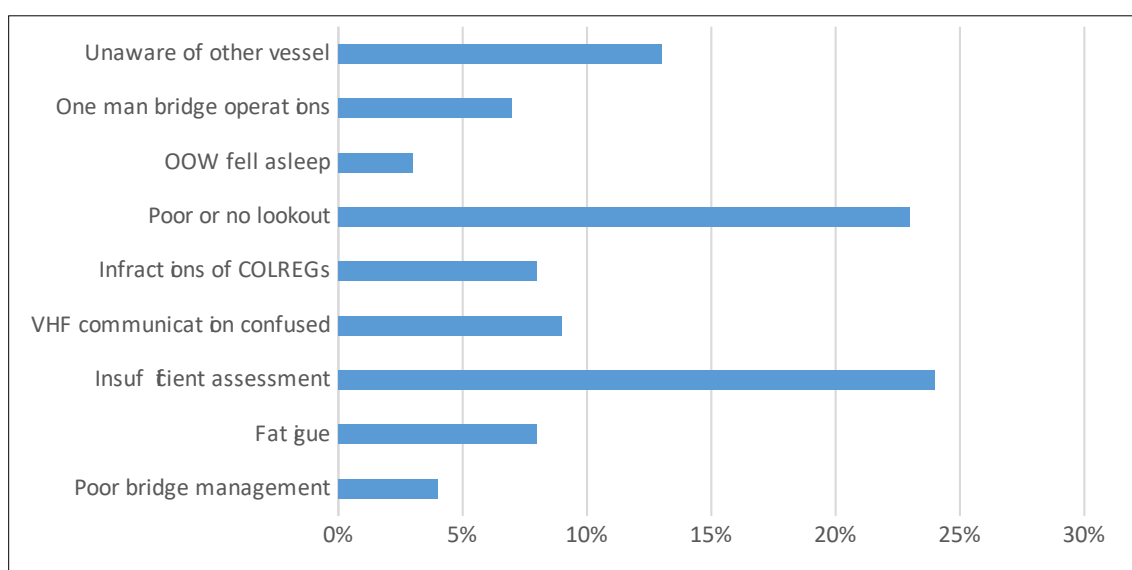


Рис. 1. Причини зіткнень морських суден

Під небезпечним зближенням зазвичай [4; 9; 10; 12] мається на увазі ситуація, у якій ризик зіткнення особливо високий. У літературі можна знайти приблизний діапазон значень *дистанції небезпечного зближення*, – 2–4 милі.

Іншим поширеним терміном є *маневр останнього моменту* [3; 4; 5; 6], який розглядається як аварійний маневр, що дозволяє уникнути зіткнення із судном. Однак цей термін також не має формального визначення.

У МППЗС, у свою чергу, не визначені і навіть не наведені чіткі критерії розрахунку мінімальної дистанції розходження.

Неоднозначність у визначенні граничних умов безпечного розходження суден веде до того, що судноводії часто не усвідомлюють настання ситуації *маневру останнього моменту* (далі – MOM). Згідно із працею [15], MOM проводиться в ситуації небезпечного зближення суден, водночас останній момент – момент часу, після якого зіткнення стане незалежно від ужитих заходів. Отже, *маневр останнього моменту (MOM) – маневр, який приводить до розбіжності суден на найкоротшій дистанції, що прагне до нуля*.

У роботі [16] показано, що під час моделювання сценаріїв реальних інцидентів від 17 до 40% слухачів, залежно від умов завдання, потрапили в аналогічну аварійну ситуацію. Водночас простежується значна кореляція з досвідом і рівнем компетентності (рангом) судноводія.

### МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою даної роботи є визначення найбільш характерних помилок судноводіїв під час вирішення завдань розходження суден на основі даних про виконання навігаційних задач на симуляторах.

### ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ І ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У роботах [8; 9] показана методика організації підготовки судноводіїв, планування й управління ризиками, яка дозволяє знизити ймовірність навігаційних інцидентів. Вона включає в себе як індивідуальну підготовку фахівців, так і підготовку для роботи в команді. У даній роботі основний акцент зроблено на індивідуальних помилках судноводіїв.

У процесі проведення курсів підвищення кваліфікації судноводіїв при ІПО ЦПАП НУ «Одеська морська академія» у 2019–2020 рр. фіксувалися дані про проходження задач на симуляторах навігаційного містка Wartsila Navi Trainer 5000 з різними типами суден у різних районах та умовах плавання. Симулятор дозволяє в реальному часі відображати дистанцію найкоротшого зближення і спостерігати прогнозовану тенденцію руху суден.

Аварійними було виділено дві ситуації: *небезпечне зближення і зіткнення*.

У даному разі під *небезпечним зближенням* розумілася ситуація, у якій відстань між суднами була менше *дистанції маневру останнього моменту, водночас найкоротша дистанція у процесі розходження була менше, ніж задана*.

Ґрунтуючись на роботі [15], дамо таке визначення безпеки зіткнення: *безпека зіткнення існує, якщо середнє значення пеленга на інше судно із плином часу не змінюється, а відстань між суднами зменшується*.

Щоб визначити наявність ситуації *небезпечного зближення* під час плавання у відкритому морі, використовувалася фіксована величина дистанції найкоротшого зближення (наприклад, 1 морська миля).

У разі плавання в обмежених водах, коли розміри судна сумірні з розмірами акваторії, був застосований такий підхід.

### Визначення ситуації небезпечного зближення в обмежених водах

У роботі [15] було виконане математичне моделювання ситуацій маневру останнього моменту з моделями маневрування, адаптованими за даними випробувань згідно з методикою, викладеною в роботі [17] (рис. 2, 3). Було запропоновано визначати дану ситуацію не за дистанцією між суднами, а за дистанцією до прогнозованої точки зіткнення.

Виходячи з розрахунків, наведених у роботі [15], максимальна дистанція до прогнозованої точки зіткнення в діапазоні кутів перетину курсів від 0 до 180° становить від 2,5 до 4,5 довжин судна і залежить від довжини судна-цілі. З іншого боку, згідно із критеріями маневреності суден ІМО [5], висув судна на циркуляції також не повинен перевищувати 4,5 довжини судна.

Для визначення мінімально допустимої дистанції розходження в обмежених водах запропонована така формула:

$$CPA_{min} = \left( \frac{SF_L \times L \times \sin(\alpha) + SF_B \times B}{|\cos(\alpha)|} \right) / L, \quad (1)$$

де  $CPA_{min}$  – мінімально допустима дистанція розходження;

$L$  – довжина судна;

$B$  – ширина судна;

$\alpha$  – кут перетину курсів, °;

$SF_L$  – поздовжній коефіцієнт безпеки;

$SF_B$  – поперечний коефіцієнт безпеки.

Вибір змінної CPA зумовлений тим, що в разі зближення у вузькості на протилежних або попутних курсах досить важко і через обмеження навігаційного характеру не завжди практично можливо підтримувати велику дистанцію між суднами. З іншого боку, якщо акваторія дозволяє суднам зближуватися під кутами, близькими до перпендикулярних, судноводії повинні підтримувати певний запас дистанції, щоб залишити місце для маневру.

Приклад розрахованої таким чином змінної CPA показаний на рис. 4.

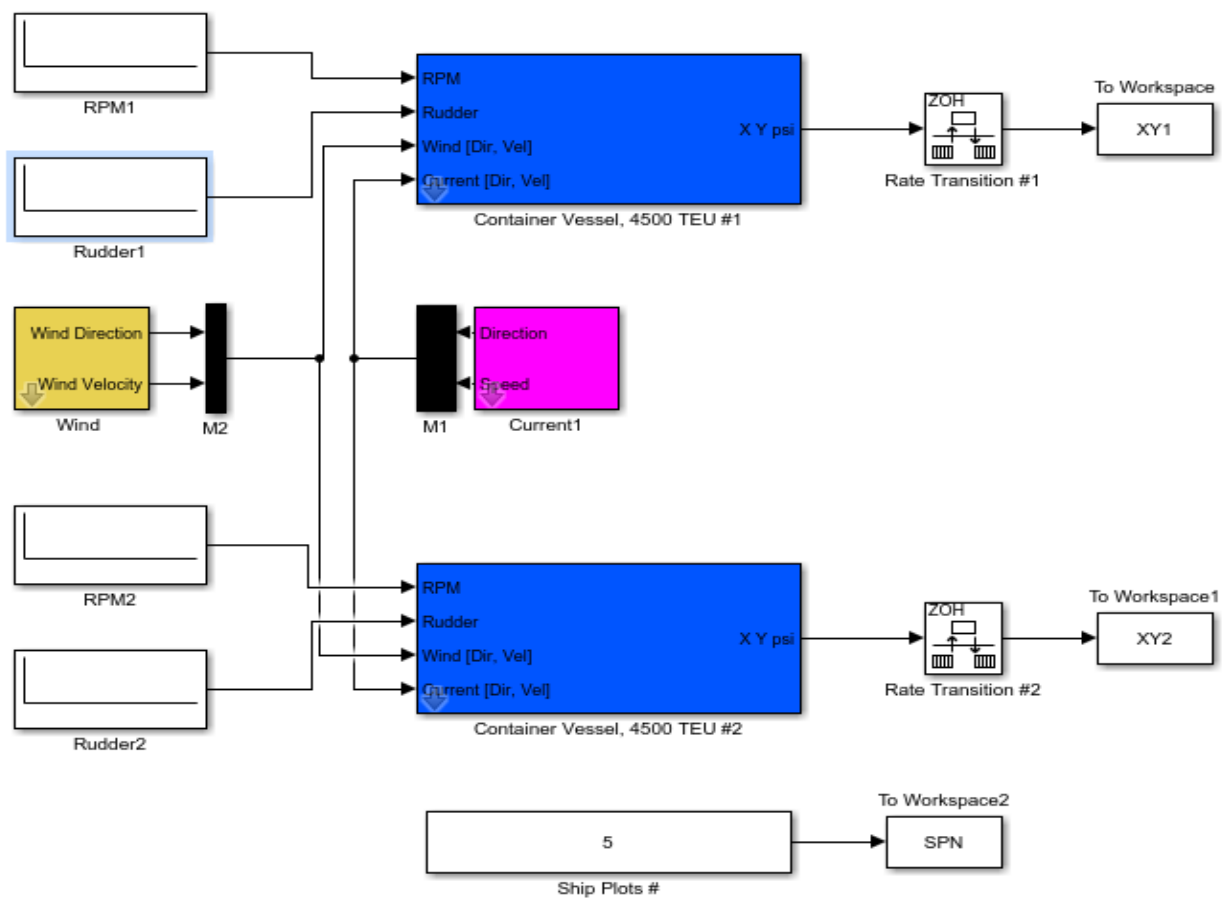


Рис. 2. Математична модель маневрування 2-х суден, виконана в середовищі Matlab Simulink

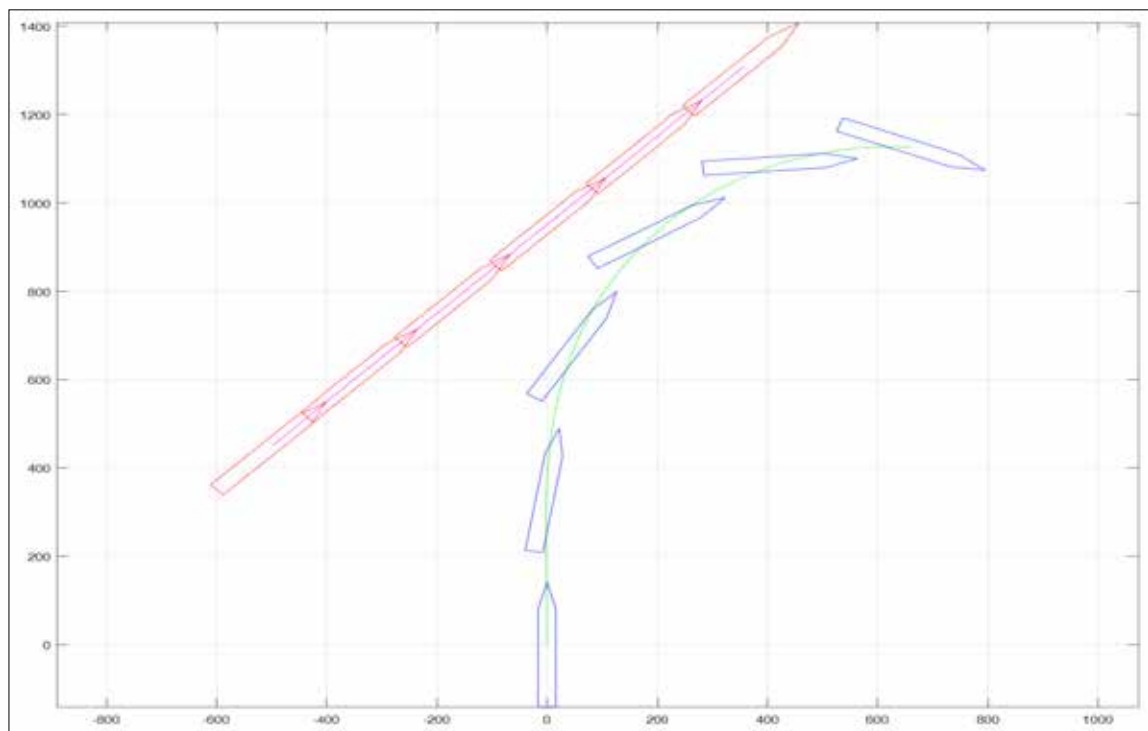


Рис. 3. Графічне відображення результату моделювання: маневр останнього моменту відворотом праворуч

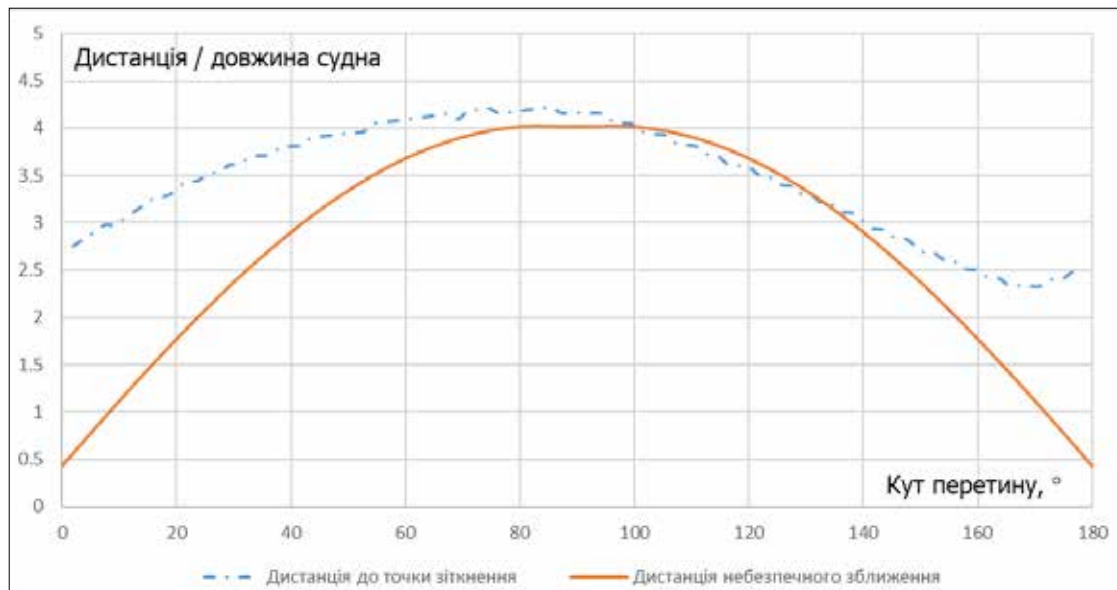


Рис. 4. Дистанція останнього маневру для розходження поворотом вправо і дистанція небезпечного зближення залежно від кута перетину курсів для судна довжиною 282 м, шириною 32,2 м, з коефіцієнтами безпеки  $SFL = SFB = 4$

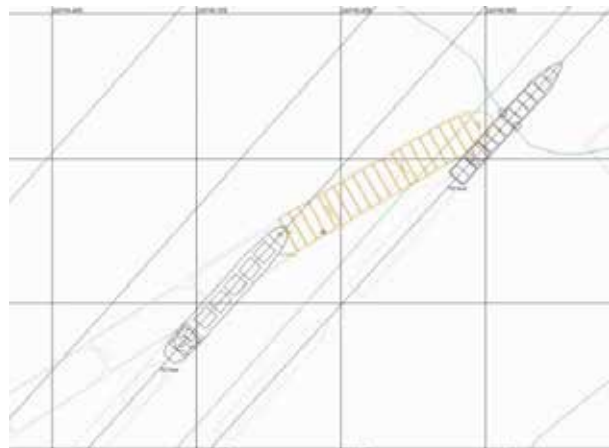
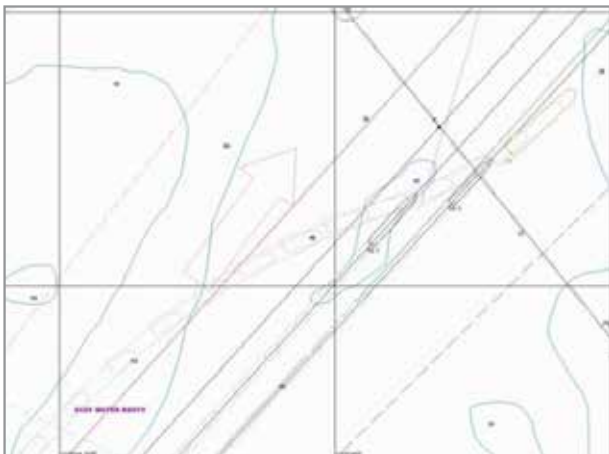


Рис. 5. Приклади ситуацій зіткнення (ліворуч) і небезпечного зближення (праворуч), зафіксовані на навігаційному симуляторі

Помилки, яких припустилися судноводії та які призвели до зіткнення або небезпечного зближення, було запропоновано розділити на три основні категорії: неправильна оцінка ситуації, неправильний маневр, неправильне планування (рис. 6). Далі розкриємо значення помилок, наведених на рис. 6.

**Неправильна оцінка ситуації** включає в себе три помилки:

- не була виявлена небезпека;
- судно-ціль було виявлено, але небезпека не усвідомлена;
- небезпека була виявлена й усвідомлена, але помилки обладнання не були враховані.

Зокрема, такі чинники можуть впливати на оцінку CPA:

– згідно із [6], похибка визначення CPA засобом автоматичної радіолокаційної прокладки може досягати 0,3 nm;

– якщо перевіряти CPA за автоматичною ідентифікаційною системою (далі – AIC), ця дистанція може бути нестабільною, набувати різних значень, які залежать від коливань судна-цілі і точності його датчиків;

– не були враховані розміри судна-цілі та/або розташування антени радара на власному судні.

**Неправильний маневр.** Якщо інерційність і маневреність власного судна враховані неправильно, маневр може бути закінчений не настільки рано, як очікувалося. Особливо якщо спочатку судноводій зменшує швидкість, а потім маневрує курсом. Зменшення швидкості знижує поворотність судна.



Щоб досягти тієї ж кутової швидкості на понижених ходах, стерно потрібно перекладати на великі кути. Про це часто забувають.

Крім того, автостерновий, від початку налаштований для океанського переходу, може не реагувати настільки швидко, наскільки потрібно. Тому варто враховувати кут повороту і реалістичну кутову швидкість. Якщо встановлена в АР кутова швидкість становить  $20^\circ/\text{хв.}$ , то поворот на  $40^\circ$  може зайняти приблизно три хвилини. Отже, щоб досягти бажаної СРА, варто починати поворот як мінімум за три хвилини.

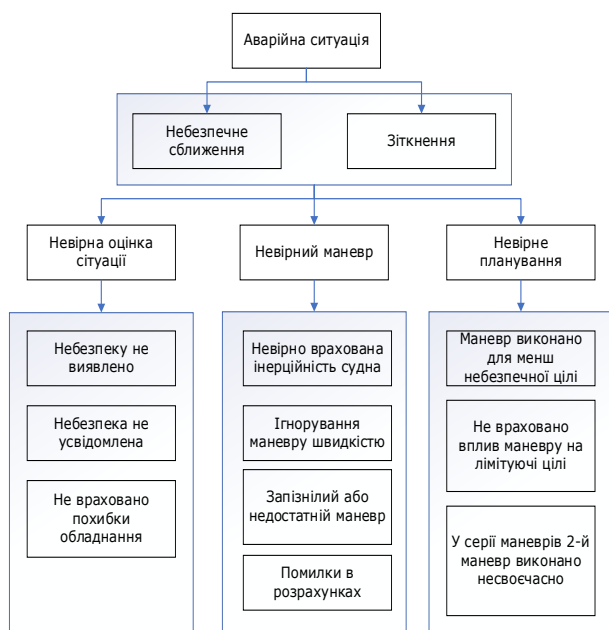


Рис. 6. Класифікація помилок судноводіїв

З іншого боку, ручне управління дозволяє досягти більш швидкого ефекту, проте негативно впливає на контроль над ситуацією. Як тільки судноводій переходить на ручне управління, його увага концентрується на штурвалі та репітері компаса.

Судноводії досить часто ігнорують можливість маневру швидкістю. Правило 8 МППЗС [2] рекомендує змінювати курс, якщо *“there is sufficient sea-room available”*. Але в тому ж правилі написано: *“<...> If necessary to avoid collision or allow more time to assess the situation, a vessel may slacken her speed or take all way off by stopping or reversing her means of propulsion”*.

Варто враховувати, що зниження з повного маневреного ходу великотоннажного судна триває зазвичай 5–10 хвилин. Однак маневр може бути виконаний швидше, якщо зменшити обороти гвинта до мінімальних, навіть без зупинки або реверсування. Оскільки на менших ходах судно повертає повільніше, зважаючи на менший упор від гвинта на пері стерна, можна використовувати «поштовхи» (короткочасне різке збільшення оборотів гвинта), щоб досягти необхідної швидкості повороту.

**Неправильне планування** пов'язане з вирішенням комплексних навігаційних завдань, коли потрібно спланувати порядок маневрування з декількома цілями, також беручи до уваги стаціонарні навігаційні небезпеки.

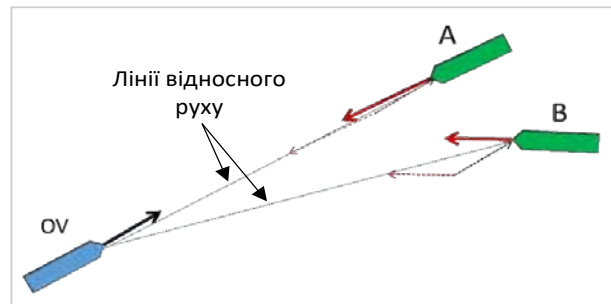


Рис. 7. Розходження із 2-ма зустрічними цілями

**Виконання маневру для менш небезпечної цілі.** У разі розходження з декількома суднами необхідно визначити, які цілі є лімітуючими, а які – найбільш небезпечними. У ситуації, зображеної на рис. 7, досить часто штурмани прораховують маневр для перетинаючого судна В. Проблема полягає в тому, що якщо судно А не зманеврує (припустимо, що праворуч є судно, яке обганяє, або водного простору для маневру недостатньо), власне судно опиниться небезпечно близько до нього. Це викликано тим, що ТСРА (час до найкоротшого зближення) з ним більше, отже, для розходження на безпечній дистанції необхідна більша зміна курсу.

**Не враховується, як маневр з одним судном вплине на ситуацію з іншим.** На рис. 8 судно В зліва первісно проходить суто по носу і не зобов'язане вживати заходів для запобігання зіткненню. Однак маневр власного судна вправо для судна А може «підтягнути» судно В на небезпечно близьку дистанцію і призвести до ситуації, коли судно В не може уникнути зіткнення власним маневром. Це відбувається через те, що в разі повороту вправо лінія відносного руху (далі – ЛВР) судна попереду траверзу розгортається за годинниковою стрілкою.

**Виконання другого маневру занадто рано, коли перша ціль не пройдена.** У ситуації, зображеній на рис. 9, штурман може віддати перевагу зниженню швидкості, щоби поступитися дорогою судну В (яке приблизно  $10^\circ$  позаду траверзу). Однак це значно не покращує ситуацію із судном А, обмеженим у можливості маневрувати, а лише трохи збільшує ТСРА. Важливим у даній ситуації є визначення моменту, коли судноводій може почати повертати вправо, не зменшуючи СРА із судном В. Особливістю відносного руху в цьому разі є те, що ЛВР позаду траверзу праворуч за зменшення швидкості повертає проти годинникової стрілки, однак, коли ціль В

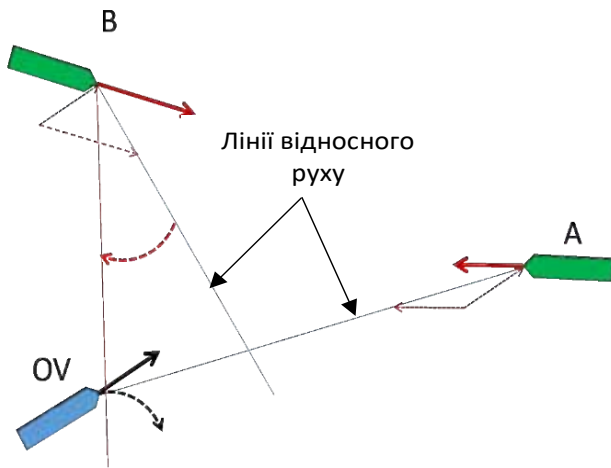


Рис. 8. Розходження із двома цілями, що перетинають курс

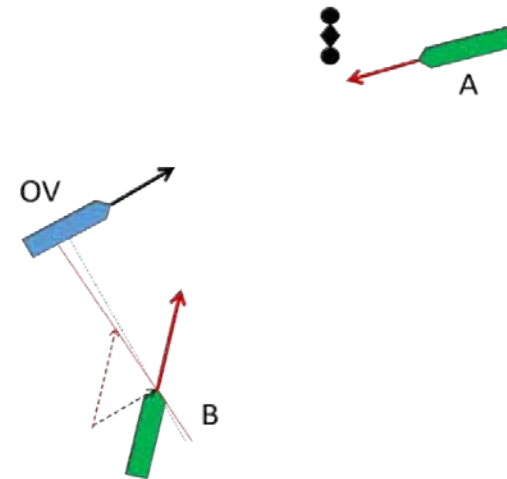


Рис. 9. Розходження комбінованим маневром



Рис. 10. Розподіл основних причин інцидентів під час підготовки судноводіїв на симуляторах навігаційного містка, %

опиниться попереду траверзу, поведінка ЛВР зміниться, і під час повороту власного судна вправо ЛВР буде повертатися за годинниковою стрілкою.

На рис. 10 наведені результати обробки інформації, зібраної під час виконання судноводіями понад 200 вправ на тренажерах. Як видно, найбільш частими були помилки, пов'язані саме з маневруванням судна, що дещо відрізняється від даних, наведених на рис. 1, але зумовлюється тим, що під час проходження задач на симуляторі судноводій більш уважний, оскільки заздалегідь очікує труднощі.

## ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження були виділені основні помилки судноводіїв під час проходження вправ на тренажерах навігаційного містка, що дозволяє, з одного боку, визначити чинники, які можуть вплинути на аналогічні помилки на судні, і розставити відповідні акценти під час тренажерної підготовки. З іншого боку, дані про найбільш часто повторювані помилки і неправильні дії можуть бути корисними для побудови системи нечіткого логічного виведення для оцінки небезпеки зіткнення як для суден з екіпажем, так і для автономних суден.

## REFERENCES

- [1] Bridge watchkeeping and collision avoidance. *Loss prevention bulletin*. Japan P&I club. Vol. 34, 2015. 10 p.
- [2] COLREGS – International Regulations for Preventing Collisions at Sea. Consolidated Edition, IMO: 2003.
- [3] EMSA Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2019. <http://emsa.europa.eu/emsa-documents/latest/item/3734-annual-overview-of-marine-casualties-and-incidents-2019.html> Accessed 20 May 2020
- [4] Gilbert WU Lee. Managing collision avoidance at sea. A practical guide / G. WU Lee, C.J. Parker. London, England: Nautical Institute, 2007. 181 p.
- [5] IMO MSC 76/23, “Resolution MSC.137 (76), Standards for Ship Manoeuvrability,” Report of the Maritime Safety Committee on Its Seventy-Sixth Session-Annex 6, 2002.
- [6] IMO MSC 192/79, “Resolution MSC.192 (79), Revised recommendation on performance standards for radar equipment”, 2004.
- [7] Montewka J. A method for assessing a causation factor for a geometrical MDTC model for ship-ship collision probability estimation / J. Montewka, F. Goerlandt, H. Lammi & P. Kujala // *Proceedings of TransNav*, vol. 5, № 3, 2011.
- [8] Pipchenko O. Aspects of maritime resource management training for emergency steering scenarios on azimuth thrusters / O. Pipchenko, V. Shevchenko // *ICERS 13*, Odessa. 2017. Pp. 16–24.
- [9] Pipchenko O.D., Tsymbal M., Shevchenko V. Recommendations for Training of Crews Working on Diesel-Electric Vessels Equipped with Azimuth Thrusters. *TransNav*, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 12, № 3, DOI:10.12716/1001.12.03.17, pp. 567–571, 2018.
- [10] Swift A.J., Bailey T.J. Bridge Team Management. 2nd ed. Nautical Institute, London, UK, 2004. 85 p.
- [11] Vagushchenko L.L. Podderzhka resheniy po raskhozhdeniyu s sudami / Vagushchenko L.L., Vagushchenko A.L. Odessa: Feniks, 2010. 229 p.
- [12] Ermakov S.V. Mathematical Model of Last Moment Maneuver with Passive Factor / *Vestnik GU MRF № 2 (30)*, 2015. Pp. 41–48.
- [13] Maltsev A.S. Manevrovanie sudov pri raskhozhdenii: Uchebnoe posobie. – Odessa: OMTС, 2005. 208 p.
- [14] Pipchenko O.D. World Fleet Incidents Statistics 2005–2015 // *Sudovozhdenie: Sb. nauchn. trudov ONMA*, № 27. Odessa: IzdatInform, 2017. Pp. 159–168.
- [15] Pipchenko O.D. Opredelenie distantsii opasnogo sblizheniya pri raskhozhdenii manevrom sobstvennogo sudna // *Vestnik Odesskogo natsionalnogo morskogo universiteta 2 (51)*, Odessa: ONMA No. 2(51), 2017. – pp. 156–164.
- [16] Pipchenko O. Simulation of Incidents during Deck Officers Training: Collision between OSV “Neftegaz-67” and Bulk Carrier “Yao Hai” / Pernykoza V., Kazak Y., Burchak O. // *Materialy naukovykh i tekhnicheskikh konferentsiy “Transportni tekhnologii (morskyi ta richkovyi flot): infrastruktura, sudnoplavstvo, perevezennia, avtomatyzatsiia”*. 14–15.11.2019. Pp. 72–75.
- [17] Pipchenko O., Tsymbal M., Shevchenko V.: Features of an Ultra-large Container Ship Mathematical Model Adjustment Based on the Results of Sea Trials. *TransNav*, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 14, № 1, DOI:10.12716/1001.14.01.20, pp. 163–170, 2020.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Bridge watchkeeping and collision avoidance. *Loss prevention bulletin*. Japan P&I club. 2015. Vol. 34. 10 p.
- [2] COLREGS – International Regulations for Preventing Collisions at Sea. Consolidated Edition, IMO. 2003.
- [3] EMSA Annual Overview of Marine Casualties and Incidents. 2019. URL: <http://emsa.europa.eu/emsa-documents/latest/item/3734-annual-overview-of-marine-casualties-and-incidents-2019.html> Accessed 20 May 2020.
- [4] Lee Wu Gilbert, Parker C.J. Managing collision avoidance at sea. A practical guide. London, England : Nautical Institute, 2007. 181 p.
- [5] IMO MSC 76/23. Resolution MSC.137 (76), Standards for Ship Manoeuvrability : Report of the Maritime Safety Committee on Its Seventy-Sixth Session. Annex 6. 2002.
- [6] IMO MSC 192/79. Resolution MSC.192 (79), Revised recommendation on performance standards for radar equipment. 2004.
- [7] A method for assessing a causation factor for a geometrical MDTC model for ship-ship collision probability estimation / J. Montewka et al. *Proceedings of TransNav*. 2011. Vol. 5. № 3.
- [8] Pipchenko O., Shevchenko V. Aspects of maritime resource management training for emergency steering scenarios on azimuth thrusters. *ICERS*. 13. Odessa, 2017. P. 16–24
- [9] Pipchenko O., Tsymbal M., Shevchenko V. Recommendations for Training of Crews Working on Diesel-Electric Vessels Equipped with Azimuth Thrusters. *TransNav : the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 2018. Vol. 12. № 3. P. 567–571. DOI:10.12716/1001.12.03.17.
- [10] Swift A.J., Bailey T.J. Bridge Team Management. 2nd ed., London, UK : Nautical Institute, 2004. 85 p.
- [11] Вагущенко Л.Л., Вагущенко А.Л. Поддержка решений по расхождению с судами. Одесса : Феникс, 2010. 229 с.
- [12] Ермаков С.В. Математическая модель маневра последнего момента с пассивным фактором. *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова*. 2015. № 2 (30). С. 41–48.
- [13] Мальцев А.С. Маневрирование судов при расхождении : учебное пособие. Одесса : ОМТЦ, 2005. 208 с.



- [14] Пипченко А.Д. Анализ аварийности мирового флота 2005–2015. *Судовождение* : сборник научных трудов Одесской национальной морской академии. Одесса : Издат-Информ, 2017. Вып. 27. С. 159–168.
- [15] Пипченко А.Д. Определение дистанции опасного сближения при расхождении маневром собственного судна. *Вестник Одесского национального морского университета*. Одесса : ОНМУ, 2017. Вып. 2 (51). С. 156–164.
- [16] Моделювання інцидентів при підготовці і перевірці компетентності моряків: ситуація зіткнення буксира «НЕФТЕГАЗ-67» і судна “УАО НАІ” / О.Д. Піпченко та ін. *Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація* : матеріали Науково-технічної конференції, 14–15 листопада 2019 р. С. 72–75.
- [17] Pipchenko O., Tsymbal M., Shevchenko V. Features of an Ultra-large Container Ship Mathematical Model Adjustment Based on the Results of Sea Trials. *TransNav* : the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. 2020. Vol. 14. № 1. P. 163–170. DOI: 10.12716/1001.14.01.20.

---

© О. Д. Піпченко

Дата надходження статті до редакції: 04.06.2020

Дата затвердження статті до друку: 10.07.2020